

ANALISA THROUGHPUT DAN LAYANAN DALAM JARINGAN ATM

Anton¹, Baharuddin²

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unand

ABSTRAK

ATM direkomendasikan oleh CCITT untuk mode transfer B-ISDN yang merupakan teknik switching dengan orientasi paket berupa sel-sel dengan ukuran tetap (53 byte) yang disebut sel ATM. ATM beroperasi pada mode connection oriented dan tidak terdapat proteksi kesalahan sehingga lebih cepat dari paket switching lainnya. Analisa backbone jaringan ATM, meliputi perhitungan kapasitas link node utama dan perhitungan kapasitas link backbone jaringan ATM berdasarkan aplikasi dan layanan yang telah dijalankan serta analisa unjuk kerja dari implementasi jaringan ATM. Dari hasil analisa backbone ATM, diperoleh total bit rate link sebesar 1213,92 Mbps untuk node HOL dan 1193,36 Mbps untuk node FOC-II dengan nilai data rate link maksimum antar node ATM (backbone) sebesar 971,136 Mbps, sehingga diperlukan hirarki data rate link 1244,16 Mbps menggunakan 2 serat optik OC-12 (622,08 Mbps) singlemode dengan konfigurasi teknis device node ATM adalah 2 buah switch ATM masing-masing berkapasitas switching 1,2 Gbps, 6 module port OC-3 (155,52 Mbps), dan 2 module port OC-12.

Keywords : ATM, Throughput, Switching

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan (*networking*) dunia menuju pada penggunaan *packet switching* sebagai solusi layanan baru.. Produk terbaru dalam jaringan *packet switching* adalah *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) yang bekerja berdasarkan alokasi *bandwidth* dan kecepatan data sesuai permintaan (*demand*) pengguna. Teknologi ini dapat memenuhi kebutuhan akan integrasi beberapa tipe trafik suara (*voice*), gambar (*video*) dan data.

Keunggulan layanan ATM di bidang teknologi komunikasi dan informasi memungkinkan implementasi yang besar dalam dunia industri dan bisnis untuk peningkatan produktifitas, efisiensi dan kinerja operasional perusahaan secara keseluruhan.

2. TEKNOLOGI JARINGAN ATM

Asynchronous Transfer Mode (ATM) merupakan metode *switching* yang digunakan untuk transfer data dalam implementasi *Broadband Integrated Service Digital Network* (B-ISDN) dengan standarisasi *International Telecommunication Union - Telecommunication* (ITU-T).

2.1 Konsep Dasar ATM

ATM melakukan pengiriman data dengan konsep pemotongan paket menjadi sel berukuran 53 bytes, yang terdiri atas dua bagian, yaitu 5 bytes header dan 48 bytes data informasi (*payload*). Mode

transfer dalam teknologi ATM berorientasi pada sambungan (*connection-oriented*) yang dibangun dari ujung terminal satu ke ujung terminal lain dengan parameter :

- **BER** (*Bit Error Ratio*)
Merupakan rasio antara bit yang salah dalam transfer informasi dengan total bit yang ditransmisikan. BER yang terjadi pada sel ATM 48 bit adalah 10^{-10} .
- **CLR** (*Cell Error Ratio*)
Adalah rasio antara jumlah sel yang hilang dengan total bit yang dikirimkan dalam interval waktu tertentu. CLR sangat berpengaruh pada QoS dimana sel hilang dalam jaringan terjadi karena kapasitas buffer yang tidak mencukupi dan error pada header yang tidak dapat diperbaiki..
- **CIR** (*Cell Insertion Ratio*)
Didefinisikan sebagai rasio jumlah sel yang ditransmisikan ke tujuan yang salah dengan jumlah sel yang ditransmisikan.
- **CTD** (*Cell Transfer Delay*)
Adalah waktu (*delay*) antara bit pertama pada sel yang meninggalkan *point* referensi dengan waktu dimana bit terakhir sel sampai di titik referensi kedua.

Beberapa faktor penyebab CTD adalah :

a) *Packetization Delay*

Terjadi karena pengumpulan sejumlah bit yang diperlukan untuk pembentukan sel ATM. *Packetization Delay* tergantung pada jenis AAL yang digunakan dan kecepatan sumber.

b) *Transmission Delay*

Tergantung pada kecepatan jaringan transmisi sehingga dapat diabaikan jika dilakukan peningkatan kecepatan transmisi jaringan.

c) *Switching Delay*

Adalah total delay yang terjadi ketika sel melewati switch. Ini bergantung pada kecepatan switch internal dan jumlah *overhead* yang ditambahkan pada sel untuk routing dalam switch.

d) *Queueing Delay*

Terjadi karena kapasitas buffer yang terbatas pada port input switch ATM sehingga menyebabkan terjadinya antrian (*Queue*). Atau jumlah sel yang masuk tidak sama dengan jumlah sel yang keluar.

e) *Reassembly Delay*

Delay yang terjadi pada berbagai aplikasi trafik besar seperti video, voice dan gambar bergerak yang digunakan secara bersama melalui layanan 64 kbps atau 2 Mbps yang kontinyu.

2.2 Model Standar Protokol ATM

Model standar protokol ATM menggunakan model bidang (*plane*) untuk menggambarkan masing-masing fungsi yang disediakan dan bersesuaian dengan layer fisik serta sebagian dari layer data link pada model referensi OSI yang terdiri atas :

- **Control** : bertanggung jawab menghasilkan dan mengatur permintaan signaling.
- **User** : bertanggung jawab pada masalah transfer data.
- **Manajemen** : bagian ini terdiri atas 2 komponen, yaitu *Management layer* : mengatur fungsi layer spesifik, seperti deteksi error dan masalah pada protokol.
- **Physical layer** : mengatur masalah transmisi selama hubungan berlangsung melalui pengaturan medium dependent transmission.
- **ATM layer** : berfungsi untuk mendefinisikan struktur sel, untuk multiplexing dan demultiplexing, serta melakukan routing yaitu dengan mendefinisikan VCI dan VPI.
- **ATM Adaptation layer (AAL)** : berfungsi memisahkan protokol layer yang lebih tinggi dari proses ATM yang lebih detail.

2.3 Spesifikasi Manajemen Trafik ATM

Dalam menentukan unjuk kerja jaringan end-to-end pada ATM layer, menggunakan parameter koneksi :

- *Cell Transfer Delay (CTD)*
- Delay yang dialami oleh sel antara bit pertama pada sel yang ditransmisikan oleh sumber dan bit terakhir pada sel yang diterima oleh penerima. Digunakan maximum CTD dan mean CTD.
- *Peak-to-peak Cell Delay Variation (CDV)*
- Perbedaan antara CTD maximum dan minimum yang dialami selama koneksi.
- *Cell Loss Ratio (CLR)*
- Presentasi sel yang hilang di jaringan yang disebabkan oleh kesalahan atau kongesti dan tidak diterima oleh penerima.

Sedangkan parameter yang dinegosiasikan pada saat set up koneksi adalah :

- *Peak Cell Rate (PCR) : 1/T*
- Nilai maximum instant anemous rate dimana user akan melakukan transmisi.
- *Sustained Cell Rate (SCR)*
- Harga rata-rata rate yang terukur selama interval yang lama.
- *Burst Tolerance (BT)*
- Maksimum burst size yang dapat dikirim selama interval yang lama.
- *Maximum Burst Size (MBS)*
- Jumlah maksimum dari back-to-back sel yang dapat dikirim pada peak cell rate. BT dan MBS mempunyai hubungan yang dinyatakan dengan : $BT = (MBS - 1)(1/SCR - 1/PCR)$
- *Minimum Cell Rate (MCR)*
- Minimum sel rate yang diinginkan oleh user.

ATM forum menspesifikasikan 5 kategori layanan dalam manajemen trafik jaringan ATM, yaitu :

- **Layanan Real time**

1. *Constant Bit Rate (CBR)*

Merupakan layanan aplikasi real time dengan sel rate yang konstan dan delay yang rendah. Semua CDV dan CTD dibuat rapat dengan tingkat CLR yang ketat, sehingga throughput dan delay variasi terjamin. Parameter QoS yang dispesifikasikan adalah CTD, CDV dan CLR. Contoh aplikasi : video dan audio interactive.

2. *Real-time Variable Bit Rate (rt-VBR)*

Termasuk jenis layanan yang sama seperti CBR (real time) dengan delay dan sel rate yang bervariasi, serta CTD dan CDV konstan. Parameter QoS : CTD, CDV dan CLR. Contoh aplikasi : interactive compressed video dan audio serta video conferencing.

- **Layanan Non-Real time**

1. *Non-real time Variable Bit Rate (nrt-VBR)*
Termasuk jenis layanan VBR yang non-real time dengan karakteristik trafik bursty dan menggunakan statistical multiplexing. Karakteristik trafik dibentuk oleh PCR, SCR dan MBS. Parameter QoS yang dispesifikasikan adalah CLR. Contoh aplikasi : stored video.
2. *Available Bit Rate (ABR)*
Menyediakan kontrol feedback kecepatan sumber yang datang ke switch untuk monitoring dan informasi nilai frame data dan rate. Karakteristik trafik dibentuk oleh PCR dan MCR. Parameter QoS : CLR. Contoh aplikasi : Interkoneksi LAN dan monitoring trafik jaringan.
3. *Unspecified Bit Rate (UBR)*
Dirancang untuk aplikasi data pada layer yang tidak digunakan oleh layanan lain. Karakteristik trafik dibentuk oleh PCR dan CDVT. Contoh aplikasi UBR adalah file transfer dan e-mail.

2.4 Switching ATM

Didefinisikan sebagai transportasi informasi dari kanal input ke kanal output yang dipilih salah satu diantara sejumlah kanal output. Parameter QoS yang khas dalam switching adalah CLR, BER dan CDV. Kanal ATM terdiri :

1. Input/Output fisik, yang berupa port fisik.
2. Kanal logika pada port fisik yang berupa VCI dan VPI

Hal-hal yang harus dipenuhi oleh sebuah ATM switch :

- a) Informasi rate

Switch ATM memiliki minimal bit rate 150 Mbps per port dengan kapasitas switching yang bervariasi dari 2 sampai 80 Gbps, tergantung jumlah port pada switch

- b) Broadcast dan multicast

Switch ATM melakukan broadcast dengan pengiriman informasi dari satu sumber ke semua tujuan, dan multicast dari satu sumber ke tujuan-tujuan tertentu.

- c) Unjuk Kerja

Unjuk Kerja switch ATM ditentukan oleh :

- Connection Blocking Probability
Connection blocking probability ditentukan oleh dimensi switch, seperti jumlah koneksi internal beban, atau bandwidth yang digunakan pada tiap koneksi.

- Cell Loss /Cell Insertion Probability
Merupakan perbandingan sel yang datang dan sel yang hilang, atau lebih dikenal dengan sebutan Cell/Frame Loss ratio (CLR/FLR). Range untuk CLR ini adalah 10^{-8} ~ 10^{-11} .
- Delay Switching
Merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan switch sebuah sel ATM melalui switch ATM. Delay switch ATM berkisar antara 100 ~ 1000 μ sec.

2.5 Integrasi protokol TCP/IP dalam ATM

Integrasi teknologi protokol ATM TCP/IP dalam ATM digambarkan sebagai gabungan antara jaringan ATM dengan jaringan ethernet TCP/IP. Jaringan ATM digunakan sebagai jaringan backbone yang menghubungkan beberapa LAN yang terpisah dengan masing-masing jaringan ethernet.

2.6 Manajemen jaringan ATM

Manajemen jaringan ATM didefinisikan sebagai perencanaan, pengorganisasian, monitoring, accounting serta pengaturan aktivitas jaringan ATM antara user dengan server jaringan. Dalam melakukan manajemen jaringan ATM, administrator perlu memperhatikan beberapa aspek kinerja jaringan ATM dari waktu ke waktu melalui monitoring pada sebuah komputer server untuk mengatasi masalah kerusakan fisik dan software jaringan, ketidakcocokan komponen (trouble), dan jalur trafik yang sangat padat.

3. Konfigurasi Jaringan Intranet Lan

3.1 Workgroup

Unit dasar dari perencanaan jaringan adalah *workgroup*. *Workgroup* didefinisikan sebagai unit dasar sebuah jaringan yang berupa kumpulan pengguna yang bekerja sama dan melakukan komunikasi dengan pengguna yang lain. *Workgroup* dapat dibentuk berdiri sendiri (*standalone*) atau terkoneksi (*interconnected*) dengan *workgroup* lain.

3.2 Jaringan Eksisting SISFO

• Jaringan Sistem Mainframe

Sebuah jaringan system mainframe IBM type 2003-204 sebagai sentral pengolah data utama jaringan operasional pada area perkantoran, dermaga bongkar muat (area 70) dan kilang pengolahan. Disamping sebuah server mainframe, digunakan *PC emulator (dumb terminal 3270)* sebagai sarana interaksi antara pemakai dengan mainframe.

• Jaringan Intranet LAN

Jaringan Fast Ethernet LAN menggunakan \pm 35 Catalyst type 2900 XL series sebagai fast ethernet switch dan 2 router type 4700 series dengan vendor Cisco Inc. Sistem pengkabelan menggunakan

jaringan serat optik OC-3 155 Mbps dan kabel UTP 100 Mbps. Untuk hubungan ke masing-masing server atau PC workstation digunakan UTP 10 Mbps.

Konfigurasi jaringan intranet LAN terbagi dalam 27 node cabang (*workgroup*) yang dibentuk berdasarkan letak gedung kantor antar fungsi bagian di dalam area kilang sebanyak 13 *workgroup* LAN dan di luar area kilang sebanyak 14 *workgroup* LAN.

3.3 Parameter Performansi

Performansi jaringan ditentukan oleh parameter *delay*, *throughput*, *frame loss ratio* dan utilitas jaringan (RFC 1944).

• Throughput

Throughput didefinisikan sebagai rata-rata paket data yang dapat ditransmisikan pada satu waktu yang sama. *Throughput* pada jaringan komputer diukur dengan melihat jumlah paket data per detik. Kriteria *throughput* maksimum untuk jaringan ATM adalah lebih dari 85 % ($\geq 85\%$) kapasitas data link rate antar *workgroup* LAN.

• Frame Loss Ratio

Cell atau Frame Loss Ratio (CLR/FLR) adalah kerusakan/kehilangan paket (corrupted) selama transmisi data. Frame Loss Ratio tiap link jaringan menggunakan kriteria kurang dari 5 % ($\leq 5\%$).

• Delay Jaringan

Delay pada jaringan, secara umum dibedakan dalam beberapa komponen yang berbeda. *Delay* ini adalah :

1. **Delay Proses**, selang waktu paket data sampai pada sebuah *switch* hingga masuk dalam antrian untuk ditransmisikan.
2. **Delay Propagasi**, waktu yang dibutuhkan sebuah paket data dari *node* sumber hingga *node* tujuan melalui media transmisi.
3. **Delay Antrian**, waktu paket data masuk dalam antrian hingga paket ditransmisikan.
4. **Delay Transmisi**, waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan sebuah paket data.

• Utilitas Link

Pengukuran trafik jaringan yang paling sederhana adalah dengan melihat persentase aktifitas pada jaringan yang disebut utilisasi jaringan. Jaringan ATM masih dapat beroperasi normal dengan nilai utilitas antara 90% hingga 96%.

3.4 Analisa Backbone Jaringan

Proses analisa backbone suatu jaringan melibatkan beberapa faktor yang saling terkait dan akan berpengaruh pada performansi jaringan. Faktor-faktor ini antara lain :

- Analisa *backbone* jaringan pada suatu area kecil tentunya akan berbeda dengan analisa *backbone* untuk area yang luas dengan ribuan pengguna yang tersebar di beberapa lokasi yang berbeda.
- Kondisi geografis berpengaruh dalam implementasi jaringan *backbone* dan peralatan yang digunakan pada sebuah jaringan.
- Tipe aplikasi yang diterapkan akan menentukan *bandwidth* yang diperlukan pada kondisi *backbone* jaringan terpasang.

4. Analisa Unjuk Kerja Jaringan Atm

4.1 Analisa Throughput

Analisa *throughput* jaringan ATM menggunakan teori TCP pada layer fast ethernet sampai dengan STM-1 layer. Segmen TCP dikirimkan sebagai data pada datagram IP, dimana hubungan antara segmen TCP dan datagram IP harus satu persatu. Dalam perhitungan ini diasumsikan panjang header adalah minimum.

Tabel 1 Throughput Jaringan ATM Berdasarkan Perhitungan

Panjang Paket (kbytes)	ATM (Mbps)
2	133,178
4	1.34,709
8	137,072
16	137,878
32	138,489
64	138,797
128	138,900
256	138,900
512	138,951
1024	138,971
2048	138,980

Pada analisa jaringan ATM secara pengukuran dan teori menunjukkan bahwa semakin besar paket yang ditransmisikan maka *throughput* maksimum akan semakin besar. Nilai *throughput* maksimum dihasilkan untuk jumlah paket data 2048 kbytes sebesar 139,190 Mbps pada analisa perhitungan dan 80,54 Mbps dari pengukuran.

4.2 Analisa Delay

Analisa delay jaringan ATM dihitung dengan menggunakan teori antrian jaringan M/M/1, dimana trafik yang masuk ke *switch* ATM yang merupakan laju kedatangan paket. Model M/M/1 didistribusikan secara Markovian dengan asumsi bahwa *switch* ATM sebagai single server dengan aturan FIFO (First In - First Out). Untuk pengiriman paket yang lain juga digunakan perhitungan terhadap jumlah paket yang dikirim didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Analisa Delay Jaringan ATM

Pkg Paket (kbyte)	\bar{E} (bps)	X (s)	μ (bps)	ρ (bit)	N (bit)	T (s)	W (s)
2	1.60E+08	1.03E+00	9.71E-01	1.65E+08	1.00E+00	6.25E-09	1.03E+00
4	3.20E+08	2.06E+00	4.85E-01	6.59E+08	1.00E+00	3.13E-09	2.06E+00
8	6.40E+08	4.12E+00	2.43E-01	2.64E+09	1.00E+00	1.56E-09	4.12E+00
16	1.28E+09	8.24E+00	1.21E-01	1.06E+10	1.00E+00	7.81E-10	8.24E+00
32	2.56E+09	1.65E+01	6.07E-02	4.22E+10	1.00E+00	3.91E-10	1.65E+01
64	5.12E+09	3.30E+01	3.03E-02	1.69E+11	1.00E+00	1.95E-10	3.30E+01
128	1.02E+10	6.59E+01	1.52E-02	6.75E+11	1.00E+00	9.77E-11	6.59E+01
256	2.05E+10	1.32E+02	7.58E-03	2.70E+12	1.00E+00	4.88E-11	1.32E+02
512	4.10E+10	2.64E+02	3.79E-03	1.08E+13	1.00E+00	2.44E-11	2.64E+02
1024	8.19E+10	5.28E+02	1.90E-03	4.32E+13	1.00E+00	1.22E-11	5.28E+02
2048	1.64E+11	1.06E+03	9.48E-04	1.73E+14	1.00E+00	6.10E-12	1.06E+03

Hasil delay jaringan ATM menunjukkan bahwa semakin banyak paket yang dilayani maka kinerja jaringan akan turun. Nilai delay maksimum pada jaringan ATM dari hasil pengukuran lebih tinggi dibandingkan analisa teori, yaitu sebesar 1060,3 detik secara teori dan 1898,57 detik dari pengukuran.

5. KESIMPULAN

Pada analisa jaringan ATM secara pengukuran dan teori menunjukkan bahwa semakin besar paket yang ditransmisikan maka throughput maksimum akan semakin besar. Untuk parameter throughput, nilai throughput maksimum dihasilkan untuk jumlah paket data 2048 kbytes sebesar 139,190 Mbps.

Hasil delay jaringan ATM menunjukkan bahwa semakin banyak paket yang dilayani maka kinerja jaringan akan turun. Nilai delay maksimum pada jaringan ATM dari hasil pengukuran lebih tinggi dibandingkan analisa teori, yaitu sebesar 1060,3 detik secara teori dan 1898,57 detik dari pengukuran.

PUSTAKA

- [1]. Onvural, Raif O. "Anysynchronous Transfer Mode : Performance Issues", Boston, London : Artech House, Inc. 1995
- [2]. Stallings, William, , *High-Speed Network : TCP/IP and ATM Design Principles*, Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall, Inc. 1998.
- [3]. Pitts, J.M and Schormans, J.A., "Introduction to ATM Design and Performance", John Wiley & Sons Ltd. 1996
- [4]. Minoli, Daniel, "Broadband Network Analysis and Design", Artech House, Inc., 1993.

[5]. Kumar, Balaji, "Broadband Communications : A Professional's Guide to ATM, Frame Relay, SMDS, SONET, and BISDN", McGraw-Hill, Inc. 1995

[6] Spohn, Darren L., "Data Network Design 2nd edition", Mc Graw-Hill, Inc. 1997.

BIODATA

¹Penulis adalah staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang. Lulus Sarjana tahun 1995 pada Bidang Teknik Elektro STTP Padang. Pada tahun 2001 menyelesaikan studi program magister bidang Elektro di UGM Yogyakarta.
E-mail : anton2006@yahoo.com;

²Penulis adalah staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang. Lulus Program Sarjana pada tahun 1993 pada Bidang Teknik Telekomunikasi dan Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pada tahun 2005 menyelesaikan studi program magister bidang Telekomunikasi Multimedia di ITS Surabaya.
E-mail : baharuddin2006@yahoo.com;
baharuddin@ft.unand.ac.id